



Bronnenstrategie Haarlem

Strategisch meerjarenplan voor
collectieve warmte



CE Delft

Committed to the Environment

Bronnenstrategie Haarlem

Strategisch meerjarenplan voor collectieve warmte

Delft, CE Delft, januari 2021

Publicatienummer: 21.200407.008

Gemeenten / Energievoorziening / Warmte / Restwarmte / Geothermie / Toekomst

Deze notitie is opgesteld door: Joram Dehens, Benno Schepers

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Managementsamenvatting

Haarlem heeft diverse mogelijkheden om toekomstige warmtenetten van collectieve warmte te voorzien. Twee centrale pijlers van het strategisch meerjarenplan voor collectieve warmte zijn het ontwikkelen van geothermiebronnen en het toepassen van restwarmte van datacenters. Deze twee pijlers bieden op korte en lange termijn de mogelijkheid om stabiele en duurzame warmtenetten te ontwikkelen in de gemeente en zo het gebruik van aardgas terug te dringen.

Hiermee zet Haarlem in op twee sporen voor de bronnenstrategie: restwarmte en geothermie. Beide opties zijn grootschalige bronnen en zijn dus alleen mogelijk wanneer er veel vraag beschikbaar is (lees: een warmtenet met veel aansluitingen). Hierbij is restwarmte op korte termijn beschikbaar en kan dit dienen als *startmotor* van de warmtenetten in Haarlem. In de aanlooptijd (1-2 jaar) wordt het opstartende warmtenet gevoed door een tijdelijke warmtevoorziening, maar daarna kan de restwarmte leveren en meegroeien met de groeiende vraag uit het groeiende warmtenet.

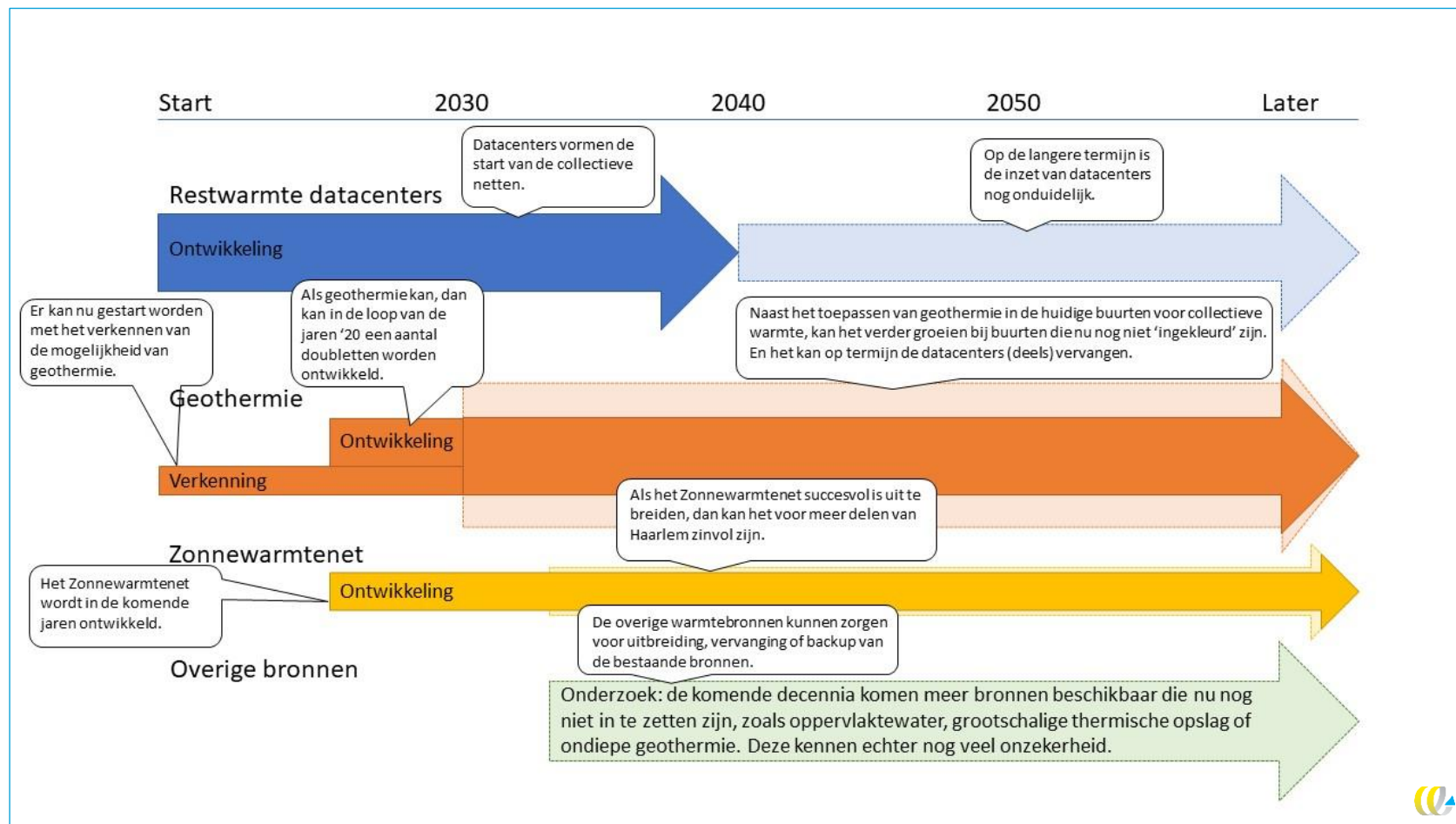
Geothermie zit nog in de onderzoeksfase. Niet eerder dan in de loop van 2023 wordt bekend of er in de Haarlem voldoende winbare warmte in de bodem zit en is in het meest gunstige geval in 2024 beschikbaar (als gevolg van al het vooronderzoek, vergunningen en proefboringen). De huidige praktijk in Nederland laat echter zien dat hier meestal nog wel vertraging in komt. Daarnaast wordt voor een geothermiebron bij sterke voorkeur 100% van het vermogen ingezet, wat betekent dat de beschikbare warmtenetten dus ook al een minimale omvang moeten hebben, voor het goed functioneren. Deze omvang zit in de ordegrootte van 4.000-5.000 woningen. Het warmtenet dat aan het groeien is op restwarmte van het datacenter moet daarmee dus minimaal deze omvang hebben, wil een geothermiebron zinvol aangesloten kunnen worden.

In het samenspel van het ontwikkelen van de restwarmte- en geothermiebron, worden afwegingen gemaakt over de technische en economische haalbaarheid. In dat kader is aangenomen dat het niet wenselijk is om op het moment dat de minimum omvang voor geothermie bereikt is, en de bron 100% ingezet kan worden, dit ook te doen. Dat zou namelijk betekenen dat de restwarmtebron per direct volledig stil komt te liggen en voor een periode van 1-2 jaar niet produceert. De technische en economische consequenties hiervan lijken niet verstandig en haalbaar. Daarom wordt ervoor gekozen om het warmtenet eerst nog verder door te laten groeien, voordat geothermie het grootste deel van de productie van warmte overneemt. Dit betekent de geothermiebron eind jaren '20 operationeel kan zijn. Hiermee wordt enerzijds ruimte in de tijd gecreëerd voor het hele ontwikkelproces van de geothermiebron en het warmtenet (en leveren eventuele vertragingen niet per direct grote problemen op). En anderzijds kan op deze wijze een tweetal bronnen op een gelijkwaardige manier Haarlem voorzien van warmte: restwarmte én geothermie.

In de volgende figuur wordt de strategie voor de bronnen op hoofdlijnen weergegeven en in de tijd geplaatst:

- De **pijler Restwarmte Datacenter** wordt op dit moment heel concreet uitgewerkt voor een groot aantal buurten. De restwarmte is op korte termijn beschikbaar en kan zo-doende worden ingezet voor de levering van warmte aan de collectieve warmtenetten. Daarmee maakt het de start van warmtenetten mogelijk en de verwachting is dat tot 2040 deze bronnen een grote bijdrage kunnen leveren aan het aardgasvrij maken van Haarlem.

- De **pijler Geothermie** bevindt zich op dit moment in de ‘verkennende’ fase. Er wordt aangenomen dat dit mogelijk is Haarlem, maar aangetoond is dat nog niet. Indien het vooronderzoek en de proefboring succesvol zijn, dan kan in de loop van de jaren ’20 begonnen worden met het ontwikkelen van geothermiedoubletten. Deze bronnen worden logischerwijs ontwikkeld daar waar reeds een warmtenet beschikbaar is voor de afzet van de warmte. Dit zijn de gebieden waar op dit moment wordt begonnen met het ontwikkelen van warmtenetten op basis van de pijler Restwarmte Datacenters. Geothermie vormt hiermee de gewenste spreiding van bronnen (minder risico, omdat niet op één bron wordt geleund) voor een groot aantal woningen en andere gebouwen in de stad. Op de langere termijn (richting 2050 en verder) is het ook mogelijk dat het aantal geothermiebronnen in de stad kan groeien, zodat de pijler Restwarmte Datacenters deels of geheel kan worden vervangen.
- Het alternatief **Zonnewarmtenet** wordt op dit moment conceptueel uitgewerkt en wordt de komende jaren ontwikkeld in Ramplaankwartier. Het Zonnewarmtenet is een 4de of 5de generatie warmtenet, waar op dit moment veel onderzoek naar uit gaat in Nederland en daarbuiten. Indien het concept succesvol is en (relatief) eenvoudig te reproduceren op andere plekken, dan is er ook de mogelijkheid dat dit voor meer delen van de stad interessant is. Hiervoor is echter nog geen zekerheid.
- De **Overige bronnen** betreffen bronnen die nu nog niet in scope zijn, omdat deze bijvoorbeeld nog té experimenteel zijn, onvoldoende volwassen of dat de haalbaarheid nog nooit onderzocht is. Met name aquathermie krijgt de laatste jaren heel veel aandacht in Nederland, qua onderzoek en ontwikkeling. En ook Haarlem ligt uitermate geschikt om deze techniek toe te passen, mits het haalbaar blijkt. De verwachtingen rondom deze bron zijn hoog in Nederland en als het succesvol gemaakt kan worden op grote schaal, dan biedt het voor Haarlem een hele goede mogelijkheid om de andere bronnen aan te vullen, te vervangen of als achtervang te dienen. Haarlem speelt geen centrale rol in het ontwikkelen van de kennis over deze bronnen, maar kan op termijn (richting 2035 en verder) wel een gemeente zijn waar zij worden toegepast.



Inhoud

	Managementsamenvatting	2
1	Inleiding	6
	1.1 Leeswijzer	6
2	De vraag naar collectieve warmte	6
3	De beschikbare warmtebronnen	9
	3.1 Restwarmte Datacenters	9
	3.2 Geothermie	11
	3.3 Zonthermie	13
	3.4 Aquathermie	13
	3.5 Overige bronnen en opties	13
4	Het afstemmen van vraag en aanbod	15
5	Strategisch meerjarenplan	21

1 Inleiding

De gemeente Haarlem werkt aan de Haarlemse Transitievisie Warmte (TVW). Eén van de trajecten hiervan is het opstellen van deze bronnenstrategie. Deze strategie beschrijft het strategische meerjarenplan om collectieve warmte te voorzien voor de stad.

1.1 Leeswijzer

Deze notitie vormt samen met het onderliggende Excelbestand¹ een overzicht van de huidige inzichten die er zijn voor collectieve warmteoplossingen voor de gemeente Haarlem. Het centrale uitgangspunt van deze strategie is de analyse die uitgevoerd is in de TVW in relatie tot de gebieden in Haarlem die in aanmerking lijken te komen voor collectieve warmteoplossingen. In de komende paragrafen wordt dit in meer detail uitgewerkt, met daarbij achtereenvolgend:

- de vraag naar collectieve warmte (Hoofdstuk 2);
- de beschikbare warmtebronnen (Hoofdstuk 3);
- het afstemmen van vraag en aanbod van warmte (Hoofdstuk 4);
- strategisch meerjarenplan (Hoofdstuk 5).

De referenties zijn aan het einde van de notitie terug te vinden en ter toelichting is tot slot een begrippenlijst opgenomen.

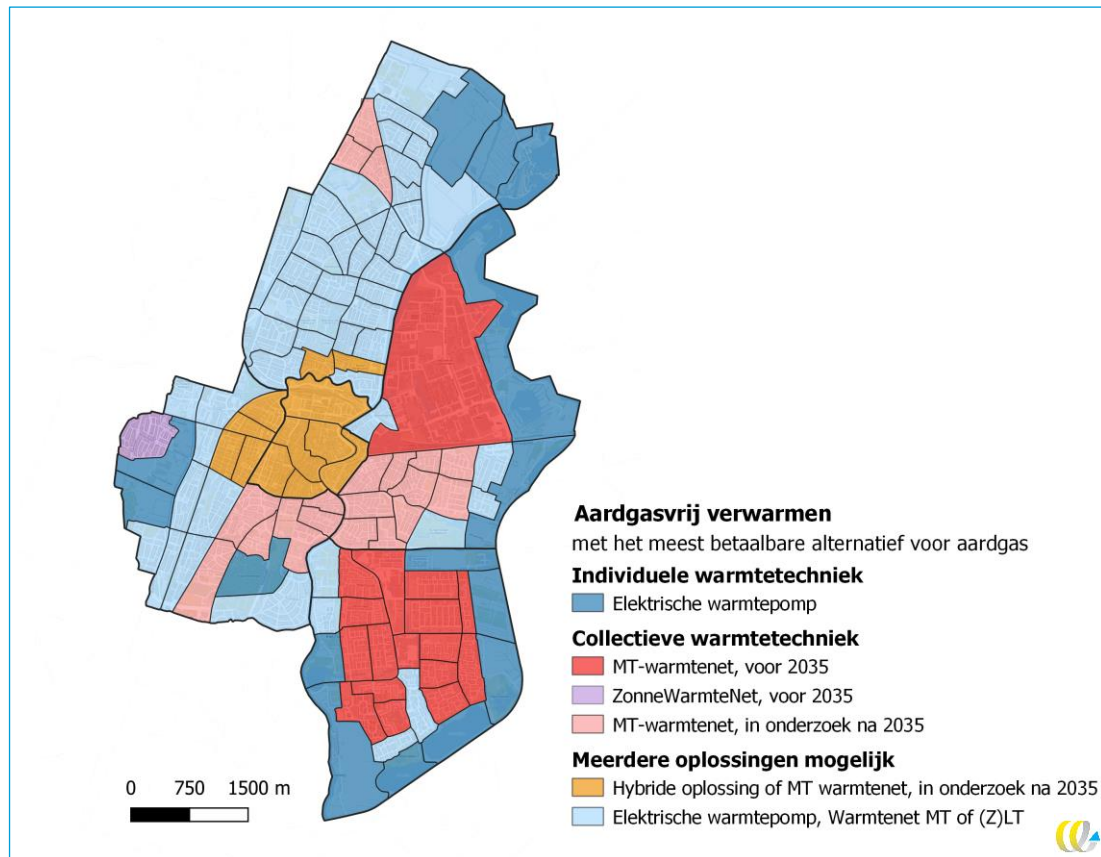
2 De vraag naar collectieve warmte

In de TVW is een analyse gemaakt van de mogelijkheden van aardgasvrij verwarmen in Haarlem. Op basis van meerdere onderzoeken en inbreng van een grote diversiteit aan stakeholders is een plan opgesteld. De uitkomsten van deze exercitie zijn weergegeven in Figuur 1. In deze figuur is te zien wat op hoofdlijnen de verwachte warmtevoorziening gaat zijn. Deze voorziening is nog niet voor héél Haarlem ingevuld, maar geeft vooral een uitkomst waar de eerste stappen te verwachten zijn. De kaart laat zien dat voor met name het zuidelijke deel van de gemeente het interessant is om in te zetten op warmtenetten. Een deel hiervan is al met enige mate van zekerheid ingevuld door het warmtenet in Meerwijk en Waardepolder, waarvoor de voorbereidingen in volle gang zijn.

Van de gebieden op de kaart is bepaald wat de verwachte warmtevraag in de toekomst gaat zijn. Per buurt is daarbij gekeken naar de woningen en utiliteitsbouw (kantoren, scholen, winkels, etc.). Tabel 1 geeft alle buurten weer en geeft tevens een indicatie van het deelnamepercentage van de aanwezige gebouwen. Hierbij nemen we aan dat niet alle gebouwen in alle buurten aangesloten worden, maar dat er ook altijd woningen en andere gebouwen zijn waarvoor een andere oplossing beter is. Tot slot is in de tabel aangegeven met welke zekerheid rekening is gehouden en in welke tijdshorizon de ontwikkelingen mogelijk plaats gaan vinden.

¹ Het Excelbestand is beschikbaar bij de gemeente Haarlem. Het Excelbestand bevat de kwantitatieve onderbouwing van de aantallen aansluitingen, de specifieke buurten, uitvoeringstermijnen en geleverde warmte over de tijd heen.

Figuur 1 - Meest kansrijke warmtetechnieken per buurt TVW Haarlem



Ook het centrum van Haarlem komt met redelijke zekerheid uit op een MT/HT-warmte-oplossing. Dit heeft onder andere te maken met het gewenste temperatuurniveau van de bebouwing en de hoge kosten die gemoeid zijn met het reduceren van het temperatuurniveau. HT-warmtebronnen, zoals groengas of waterstof, zijn op korte termijn niet beschikbaar en ook op de lange termijn is dit nog erg onzeker. Hierdoor is een MT/HT-warmtenet dus geschikt voor de binnenstad. Omdat dit echter bovengemiddeld complex is en deze pas op een later tijdstip (richting 2040) aan de orde komt, ligt er in deze bronnenstrategie geen nadruk op dit gebied.

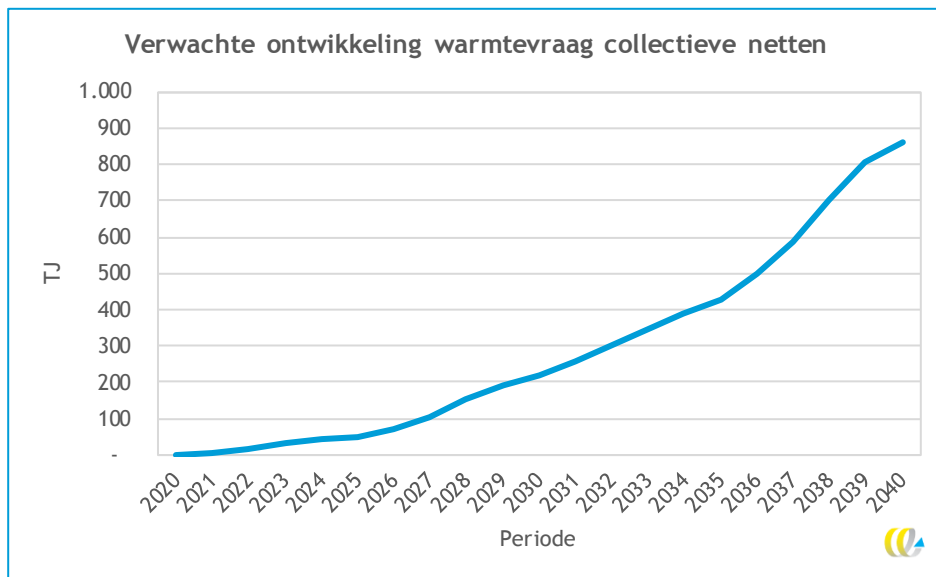
Daarnaast heeft het noorden van Haarlem, bij Delftwijk, ook goede kansen. Ook hiervan wordt echter verwacht dat dit op een later tijdstip aan bod komt. Omdat de ontwikkeling hiervan lost staat van de ontwikkelingen in Zuid en Oost, worden de drie buurten van Delftwijk voor nu uit de kwantitatieve analyse gehouden.

Tabel 1 - Buurten die in aanmerking komen voor collectieve warmte

Buurt	Warmtevraag MT-net (TJ)	Doorlooptijd warmtenet	Zekerheid aanleg warmtenet	Deelname-percentage (ambitie)
Erasmusbuurt	34	2020-2030	Zeker	90%
Archimedesbuurt	26	2020-2030	Zeker	90%
Spijkerboorbuurt	27	2020-2030	Zeker	90%
Nobelprijebuurt	32	2020-2030	Zeker	90%
Waarderpolder	150	2020-2030	Zeker	70%
Stedenbuurt-oost	39	2030-2035	Waarschijnlijk	85%
Landenbuurt	28	2030-2035	Waarschijnlijk	85%
Kruidenbuurt	33	2030-2035	Waarschijnlijk	85%
Stedenbuurt-west	34	2030-2035	Waarschijnlijk	85%
De Burgen	27	2030-2035	Waarschijnlijk	85%
Waddenbuurt	23	2030-2035	Waarschijnlijk	85%
Romolenpolder-oost	32	2030-2035	Waarschijnlijk	85%
Geleerdenbuurt	29	2030-2035	Waarschijnlijk	75%
Geneesherenbuurt	30	2030-2035	Waarschijnlijk	75%
Professorenbuurt	14	2030-2035	Waarschijnlijk	75%
Rozenprieel-noord	11	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Florapark	13	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Rozenprieel-zuid	25	2035-2040	Onderzoekslocatie	75%
Welgelegen	27	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Koninginnebuurt	36	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Bosch en Vaart	41	2035-2040	Onderzoekslocatie	75%
Cremerbuurt	9	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Van Zeggelenbuurt	18	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Potgieterbuurt	14	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Oude Amsterdamsebuurt	22	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Componistenbuurt	9	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Kruisochtbuurt	17	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Karolingenbuurt	21	2035-2040	Onderzoekslocatie	75%
Verzetsliedenbuurt	4	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Kunstschildersbuurt	16	2035-2040	Onderzoekslocatie	50%
Architectenbuurt	20	2035-2040	Onderzoekslocatie	75%

Figuur 2 geeft de verwachte ontwikkeling van de warmtevraag op de collectieve netten weer, van de buurten die in voorgaande tabel worden genoemd. Dit is dus de vraag naar warmte voor ruimteverwarming en warm tapwater voor woningen, kantoren, bedrijven, scholen, winkels, zorginstellingen en andere dienstverlening.

Figuur 2 - Verwachte ontwikkeling warmtevraag collectieve netten



Opmerking: 100 TJ komt overeen met de warmtevraag van ongeveer 3.000 woningen of woningequivalenten.

3 De beschikbare warmtebronnen

Op regionaal niveau loopt ook het proces voor het opstellen van de Regionale Structuurvisie Warmte (RSW). Hierin wordt onder andere de regionale inzet van warmtebronnen bekeken. De RSW is onderdeel van de RES. De relatie met het warmtebeleid van Haarlem wordt benoemd in de TVW. De gemeente Haarlem heeft al diverse onderzoeken beschikbaar over de mogelijkheid van de collectieve bronnen binnen de gemeente, namelijk studies naar de warmteconcessie Waarderpolder (Royal HaskoningDHV, 2020), haalbaarheidsstudies van een restwarmtetracé vanuit Polanenpark (Royal HaskoningDHV, 2020), en geothermisch onderzoek (lopend). Hier wordt een overzicht weergegeven per techniek van de verschillende bronnen die aanwezig zijn in de gemeente.

3.1 Restwarmte Datacenters

Binnen de gemeentegrenzen van Haarlem is de hoeveelheid energie-intensieve industrie op dit moment beperkt. Traditionele bronnen van restwarmte, zoals afvalverbranders, energiecentrales of grootschalige industrie bevinden zich vooral in de regio rondom Haarlem, maar niet binnen de gemeente zelf. Om niet afhankelijk te zijn van ontwikkelingen elders, is voor deze bronnenstrategie gekeken naar de (toekomstige) restwarmtebronnen die binnen of tegen de gemeentegrenzen aanliggen (Gemeente Haarlem, 2019)². Hieruit komende volgende bronnen naar voren:

- **Datacenter Polanenpark:** Polanenpark is een bedrijventerrein in de Haarlemmermeer, net buiten de gemeente Haarlem, en beschikt over een bestaand datacenter Amsterdam I (60 MW) en ruimte voor een tweede datacenter. Met de eigenaar van het datacenter is een intentieovereenkomst gesloten betreffende restwarmtelevering vanuit datacenter Amsterdam I. Verwacht wordt dat uit datahal Amsterdam I tenminste 19 MW_{th} kan worden uitgekoppeld. De warmtepompen voegen daar nog energie aan toe, zodat het beschikbare vermogen 25 MW_{th} bedraagt. De warmtepompen brengen de temperatuur

² Op regionaal niveau loopt ook het proces voor het opstellen van de Regionale Structuurvisie Warmte (RSW). Hierin wordt onder andere de regionale inzet van warmtebronnen bekeken. De RSW is onderdeel van de RES en de relatie met het warmtebeleid van Haarlem wordt benoemd in de TVW.

op MT-niveau voor het transport- en distributienetwerk (Royal HaskoningDHV, 2020). Warmte uit het Datacenter Polanenpark is op korte termijn beschikbaar, afhankelijk van de aanleg van een transportleiding (verwacht beschikbaar in 2022-2023).

- **Datacenter Iron Mountain:** Datacenter Iron Mountain ligt op het bedrijven- en industriepark de Waarderpolder. Uit eerdere analyses blijkt dat dit datacenter in staat is om circa 13,5 MW_{th} aan warmte te leveren op een warmtenet dat de stad in gaat (Royal HaskoningDHV, 2020). Warmte uit het Datacenter Iron Mountain is op korte termijn beschikbaar (geschatte doorlooptijd 1 à 2 jaar (Royal HaskoningDHV, 2020), verwacht beschikbaar in 2024-2025).

Kansen

De inzet van restwarmte van datacenters lijkt heel kansrijk. De behoefte aan datacenter-capaciteit lijkt de komende decennia alleen maar toe te nemen en de warmte die zij beschikbaar hebben, is dan ook naar verwachting voor lange tijd beschikbaar. Deze warmte is daarnaast zo goed als 24 uur per dag, 365 dagen per jaar beschikbaar. Op een constant vermogen en constante temperatuur. Hiermee vormt het een uitstekende bron voor warmtepompen die de warmte op de juiste temperatuur kunnen brengen. Het datacenter vormt daarmee dan ook een goede invulling voor de basislast van een warmtenet.

Een prettige eigenschap van de bekeken datacenters is dat het beschikbare vermogen restwarmte in kleine stappen opschaalbaar is. Dat betekent dat in de volloophase van het warmtenet, de inzet van tijdelijke warmtecentrales geminimaliseerd kan worden, en de daar aan gerelateerde CO₂-emissies laag kunnen blijven.

Een datacenter draait op elektriciteit en warmte die daarbij vrijkomt is dus ook als gevolg van dit elektriciteitsgebruik. Normaliter is het rendement waar dit mee gebeurt niet aantrekkelijk, maar in dit geval is de warmte een restproduct dat anders weggegooid zou worden. En wordt het nu zinvol ingezet. Het heeft daarmee dan ook geen lokale emissies en als op termijn de gehele elektriciteitsvoorziening volledig duurzaam is, is ook deze restwarmte geheel een duurzame bron.

Uitdagingen

Omdat de restwarmte van een datacenter volledig zijn oorsprong kent in elektriciteit, vormt dit ook nog een uitdaging. Op dit moment is enerzijds de elektriciteitsvoorziening van Nederland nog niet 100% duurzaam. Dat betekent dat er de komende jaren nog aanzienlijke CO₂-emissies gerelateerd zijn aan de inzet van de restwarmte en warmtepompen die nodig zijn voor het systeem³. Daarnaast groeit het aantal datacenters in Nederland zeer snel en leggen zij daarmee een groot beslag op de elektriciteitsproductie in Nederland. Als gevolg daarvan wordt dus ook de nationale uitdaging voor een duurzame elektriciteitsvoorziening steeds moeilijker. Deze situatie wordt uiteraard niet alleen door de twee genoemde datacenters veroorzaakt en ook de elektrificering van de energievraag komt niet alleen van datacenters (denk bijvoorbeeld aan elektrisch vervoer en warmtepompen bij woningen), maar dit alles tezamen maakt de uitdaging om een volledig duurzame warmtevoorziening te creëren wel groter.

De kosten voor het uitkoppelen en opwaarderen van de warmte zijn niet gering en liggen boven het niveau van een traditionele HT-restwarmtebron (Royal HaskoningDHV, 2020). Deze kosten zijn in sterke mate gekoppeld aan de investeringen en het elektriciteitsgebruik en van beide is het niet de verwachting dat deze in de nabije toekomst veel gaan dalen. Dat betekent dat er op termijn geen echte (relatieve) kostendaling te verwachten is. Voor de marktpartijen betrokken bij de projectontwikkeling ligt dan ook de uitdaging om ervoor te

³ Dit geldt uiteraard voor alle aardgasvrije technieken die gebruik maken van elektriciteit. Dit zijn bijna alle alternatieven, in meer en mindere mate.

zorgen dat de nuttige inzet van de restwarmte efficiënter gaat worden en dat door opschaling een kostprijsreductie behaald kan worden op de investeringen.

Risico's

Eén van de belangrijkste risico's van datacenters is de beschikbaarheid van de warmte; zowel over het jaar heen als de langjarige continuïteit. Gegeven de hoge beschikbaarheidseisen die worden gesteld in de databeheerbranche is het risico van beschikbaarheid over het jaar heen beperkt. Het risico dat een datacenter op een onverwacht moment wordt gesloten, is niet uit te sluiten. Hoewel het mogelijk is om langjarige contracten af te sluiten (looptijd 15 jaar), is er geen zekerheid dat ook na die 15 jaar de restwarmte nog steeds beschikbaar blijft. Zowel de uitbatende partij van het datacenter kan ophouden als een voortschrijdende stand der techniek kan er op termijn voor zorgen dat er minder of geen restwarmte meer beschikbaar is. Dit risico betekent dus dat er nagedacht moet worden over 'achtervang'. Deze achtervang kan bijvoorbeeld bestaan uit nieuwe datacenters, maar ook alternatieve bronnen, zoals geothermie of aquathermie.

3.2 Geothermie

Er wordt in de Haarlemse ondergrond seismisch onderzoek uitgevoerd naar de kansen voor geothermie. De uitkomsten hiervan zijn naar verwachting beschikbaar in het laatste kwartaal van 2021. Deze analyses moeten aangeven of er voldoende potentie voor winbare warmte in de grond zit voor het warmtenet Schalkwijk. Zo ja, dan kan een proefboring geplaatst worden. Het bepalen van de locaties, vergunningen en boorontwerpen zullen daarna nog ongeveer 1,5 tot 2 jaar duren, waarna de proefboring kan starten. Begin 2024 zou er dus met zekerheid gezegd kunnen worden of geothermie in de ondergrond van Haarlem realistisch is. Pas dan is met zekerheid te zeggen of er winbare warmte in de grond zit en kan de tweede boring (doublet) worden geboord. Met name de capaciteit van het geothermisch reservoir en de leveringstemperatuur zal blijken uit de proefboring⁴. Hiermee kan een productiedoublet in het meest gunstige geval in de loop van 2024 gereed zijn.

Kansen⁵

Geothermie is zeer kansrijk om een grote bijdrage te leveren aan de Nederlandse warmtetransitie. De laatste jaren zijn er steeds meer succesvolle projecten opgezet en ook in de omgeving van Haarlem blijkt geothermie succesvol te kunnen zijn. Geothermie heeft, net als datacenters, de prettige eigenschap dat het goed inzetbaar is als basislast: het is het hele jaar door, constant beschikbaar. Ten opzichte van de datacenters heeft geothermie het voordeel dat het temperatuurniveau (naar verwachting) goed is om rechtstreeks toe te passen in de warmtenetten. Er is dan ook geen opwaardering nodig door middel van warmtepompen. De enige energie die gebruikt wordt is daarmee de pompenergie die nodig is om de warmte boven te krijgen. De productiekosten van warmte uit geothermie zijn dan ook heel constant en hoofdzakelijk afhankelijk van de kapitaal- en onderhoudslasten van de bron. En veel minder van de elektriciteitskosten.

⁴ De kans op een misboring na gedegen vooronderzoek is klein. Omdat de financiële gevolgen echter omvangrijk zijn, is er vanuit het Rijk een garantiefonds voor beschikbaar. Als dus op basis van het vooronderzoek wordt besloten om een proefboring te doen, dan is de kans groot dat er winbare warmte is. Deze winbare warmte kan nog wel afwijken van de verwachtingen (hogere of lagere temperatuur; hoger of lager debiet, etc.), maar ook met afwijkende eigenschappen biedt de geothermiebron naar alle waarschijnlijkheid nog wel mogelijkheden om gebruikt te worden.

⁵ Een uitgebreid overzicht van kansen en risico's is ook terug te vinden op de website van Platform Geothermie (Platform Geothermie, 2021).

Doordat Haarlem meerdere putten nodig heeft om te voorzien in de warmtevraag van de bekeken gebieden, maar op termijn mogelijk ook in de andere gebieden, kan worden geleerd van eerdere ervaringen. Een analyse van TNO en EBN laat zien dat aan de hand van *play-based portfoliobenadering* een aanzienlijke kostenreductie mogelijk is (TNO & EBN, 2018). Kort gezegd komt deze benadering erop neer, dat wanneer meerdere putten in dezelfde ondergrondse laag binnen een bepaald gebied worden geboord, de kosten bij iedere nieuwe boring lager worden door leereffecten en andere voordelen. Zo zijn de verwachte kosten per doublet in het geval vijf doubletten in dezelfde ondergrondse laag worden gemaakt, bijna 20% lager, dan wanneer er maar één doublet wordt gemaakt. Bij tien doubletten heeft iedere doublet zelfs meer dan 25% lagere kosten. En ook dat informatie van de eerste put leidt tot het steeds eenvoudiger ontwikkelen van de volgende put. Dit leidt er dan ook toe dat het niet per definitie noodzakelijk is dat de eerste geothermieput wordt geboord in de gebieden van Zuid en Oost, maar dat ook een put die bijvoorbeeld in Noord wordt geboord informatie op kan leveren, waarmee op termijn in Zuid en Oost voordeel behaald kan worden. Op dit moment liggen de productiekosten van warmte uit geothermie naar verwachting nog boven de productiekosten van datacenters, maar op termijn zijn er dus kansen dat dit kan reduceren en onder dat kostenniveau kan komen. Een ander voordeel of kans van geothermie is de omvang: één geothermieput kan veel gebouwen verwarmen (circa 5.000 woningen). En in een zoektocht om veel woningen jaarlijks van het aardgas krijgen, is dit een kansrijke eigenschap. Helemaal als een geothermieput eenvoudig aangesloten kan worden op een bestaand warmtenet, dan kan dit technisch gezien een hele welkome aanvulling zijn door in één keer een groot deel van de warmtevoorziening over te nemen. Uit het vooronderzoek en de proefboring moet blijken welk vermogen uiteindelijk per doublet beschikbaar gaat zijn.

Uitdagingen

Los van de technische uitdagingen die ieder geothermieproject kent (maar die niet exclusief voor Haarlem zijn), kent de toepassing van geothermie ook nog andere uitdagingen. Eén van de uitdagingen is de omvang. Hoewel dit ook een kans is, wanneer deze op een bestaand net aangesloten kan worden, vormt het juist een uitdaging voor de ontwikkelfase van een net. Het is namelijk niet realistisch om een geothermieput operationeel te hebben voor 10 of 500 woningen. Dit betekent dat de bron pas ‘aangezet’ wordt wanneer een minimum aantal aansluitingen op het warmtenet zit. Deze wisselwerking met de vraagkant komt bij veel warmtebronnen terug, maar in het geval van een geothermieput is die sterker aanwezig dan bijvoorbeeld de restwarmtebronnen in Haarlem. Als gevolg daarvan moet bij de ontwikkeling van een warmtenet met geothermie als hoofdbron dus goede afstemming plaatsvinden tussen de groei van het warmtenet en het gereedkomen van de bron.

De opgave voor Haarlem is omvangrijk. En hoewel het aantal woningen dat aangesloten kan worden op een geothermiebron relatief groot is (circa 5.000), blijft het een uitdaging om geothermie toe te passen. Alleen Schalkwijk heeft al 15.000 woningen, waarbij dus al meerdere doubletten gemaakt moeten worden om de wijk van warmte te voorzien. En om daarnaast ook nog te kunnen zorgen voor risicospreiding, is het wenselijk om geothermie te combineren met andere typen bronnen.

Gezien het aantal te verwachten putten, is een sterke mate van regie noodzakelijk voor optimale inrichting van de ondergrond. Om te voorkomen dat de ene put de andere put in de weg zit, is een goed plan op voorhand noodzakelijk. Op dit moment lijkt daar nog weinig op gestuurd te worden (deels ook vanwege de relatief beperkte toepassing van geothermie), maar om Haarlem optimaal gebruik te kunnen laten maken van geothermie is logische geografische positionering noodzakelijk.

Risico's

Hoewel geothermie al erg succesvol is in Nederland, is het nog een relatief jonge techniek en zijn de betrokken stakeholders nog hard aan het leren. Tot op heden zijn de geleerde lessen nog niet desastreus geweest, maar leiden zij wel tot verschuivingen van scopes van projecten of aanzienlijke investeringen om levering weer mogelijk te maken. Hoewel de risico's hierop beperkt zijn, zijn de kosten die hieraan verbonden over het algemeen hoog. Het belangrijkste risico zal zich de komende tijd laten zien: kan geothermie wel in Haarlem? Het vooronderzoek en de proefboring moeten uitwijzen wat de P50- en P90-waarden zijn en welk vermogen te verwachten is per bron⁶. Op dit moment is dat nog onvoldoende bekend, maar het mag duidelijk zijn dat een negatief antwoord op deze vraag belangrijke beperkingen opwerpt.

3.3 Zonthermie

In het Ramplaankwartier in Haarlem wordt het Zonnearmtenet ontwikkeld door bewoners, met ondersteuning van onder andere de gemeente (Jansen, et al., 2020). Hierbij wordt in de zomer via PVT-panelen (zonnearmte en zonnestroom tegelijk) warmte gewonnen op de woningen en wordt deze warmte in de bodem opgeslagen. In de winter wordt de warmte uit de bodem gehaald en via een warmtenet terug naar de woningen gebracht. Individuele warmtepompen zorgen er vervolgens voor dat de warmte op de juiste temperatuur wordt gebracht. Het concept is al ver uitgewerkt en in de komende jaren wordt het ontwikkeld en aangelegd in de buurt. Indien het succesvol is en eenvoudig reproduceerbaar, dan kan het ook mogelijk interessant zijn voor andere buurten in Haarlem.

3.4 Aquathermie

Voor de gemeente Haarlem zijn twee varianten van aquathermie realistisch: TEA en TEO. Ofwel thermische energie uit afvalwater en uit oppervlaktewater. In de Waarderpolder bevindt zich een RWZI die een mogelijke capaciteit heeft van 1 MW_{th} voor TEA. Daarnaast bevindt zich bij Haarlem het Spaarne en andere grote oppervlaktewateren. Deze zouden in potentie een grote bron kunnen zijn voor aquathermiesystemen. Zowel TEO als TEA bevinden zich nog in de ontwikkelfase in Nederland en de bijbehorende systemen (zoals de combinatie met wko en afgiftesystemen) worden nog onderzocht en in pilots getest. Aquathermie levert warmte op zeer lage temperatuur (ZLT). Om deze ZLT-warmte op te waarderen is relatief veel elektriciteit nodig, zeker in vergelijking met eerdergenoemde restwarmtebronnen. Daarnaast moet bij TEO ook geïnvesteerd worden in thermische opslag (wko) om het warme water uit de zomer op te slaan. Toepassing van aquathermie in groot-schalige warmtenetten (vanaf 5.000 woningen) bestaat nog niet in Nederland en dat zal naar verwachting ook nog ongeveer 10 tot 15 jaar duren.

3.5 Overige bronnen en opties

Tijdelijke hulpwarmtecentrale

De aansluiting van de beoogde, grote hoofdbronnen vraagt om grote aantallen woningen die 'klaar staan' om aangesloten te worden. Om ook de eerste woningen die worden aangesloten op een warmtenet te voorzien van warmte wordt daarom vaak gewerkt met een tijdelijke (hulp)warmtecentrale. Deze centrales bestaan meestal uit één of meerdere

⁶ Een kans van P50 betekent dat als uit vooronderzoek verwacht wordt dat een bron een vermogen kan hebben van 5 MW_{th}, er 50% kans is dat dit lager en 50% kans is dat dit hoger is. Bij P90 betekent het 90% kans dat het hoger ligt. Een boring wordt over het algemeen pas gedaan als P90 wordt behaald voor het benodigde vermogen.

gasketels die eenvoudig mee kunnen groeien met het aantal aangesloten woningen. Deze tijdelijke centrales kunnen dan net zo lang warmte leveren, tot dat de drempelwaarde van de hoofdbron is bereikt en deze de warmteproductie en -levering over kan nemen. Per hoofdbron verschilt de drempelwaarde en ook of daarna de hoofdbron lineair door kan groeien of dat deze in stappen toe moet nemen. In dat laatste geval zal ook telkens tussen de stappen in een tijdelijke centrale in de groeiende vraag moeten voorzien.

Piekvoorziening

De voorgenoemde bronnen vormen de zogenaamde ‘hoofdbronnen’ van een warmtenet. Een vuistregel is dat zij ongeveer 80 tot 90% van de benodigde energie leveren. Hiermee leveren zij de basislast en/of middenlast. De resterende 10 tot 20% wordt de pieklast genoemd. Deze pieklast is maar een beperkt aantal keer per jaar nodig, maar heeft op die momenten wel een grote vermogensvraag. Om te voldoen aan de vraag van de pieklast zijn er bronnen nodig die lage kosten hebben voor het vermogen, maar omdat ze weinig aan staan, best hoge kosten mogen hebben voor de energie. Op dit moment is het gangbaar om daar piekvoorzieningen in de vorm van relatief eenvoudige gasketels voor in te zetten. Op termijn zouden deze gasketels voorzien kunnen worden van hernieuwbaar gas of kunnen worden vervangen door (meerdere) warmtepompen. Deze pieksetels bevinden zich vaak op verschillende plekken binnen de distributienetten.

Biomassa

Biomassa is een collectieve warmtebron, die zowel voor basis- als middenlast kan worden ingezet. Rond biomassa heerst veel controverse. Gezien de oorsprong van houtige biomassa zijn de meningen erg verdeeld. Daarnaast zorgt het verbranden van biomassa nog steeds voor (kortcyclische) CO₂-uitstoot. Al in 2019 heeft de Haarlemse gemeenteraad zich uitgesproken tegen de inzet van houtige biomassa als warmtebron.

Hernieuwbare gassen: groengas en waterstof

Groengas en waterstof zullen in de toekomst beperkt beschikbaar zijn. Gezien de beperkte beschikbaarheid zijn collectief gevoede warmtenetten op hernieuwbaar gas erg onwaarschijnlijk. Indien beschikbaar, zijn waterstof en groengas wel kansrijk als een hernieuwbare piekvoorziening van warmtenetten. En waar duurzaam verwarmen in de gebouwde omgeving erg moeilijk is, bijvoorbeeld oude monumentale gebouwen, biedt hernieuwbaar gas een oplossing als individuele warmtetechniek, een duurzame gasketel op gebouwniveau, niet als collectieve warmtebron.

Grootschalige thermische opslag

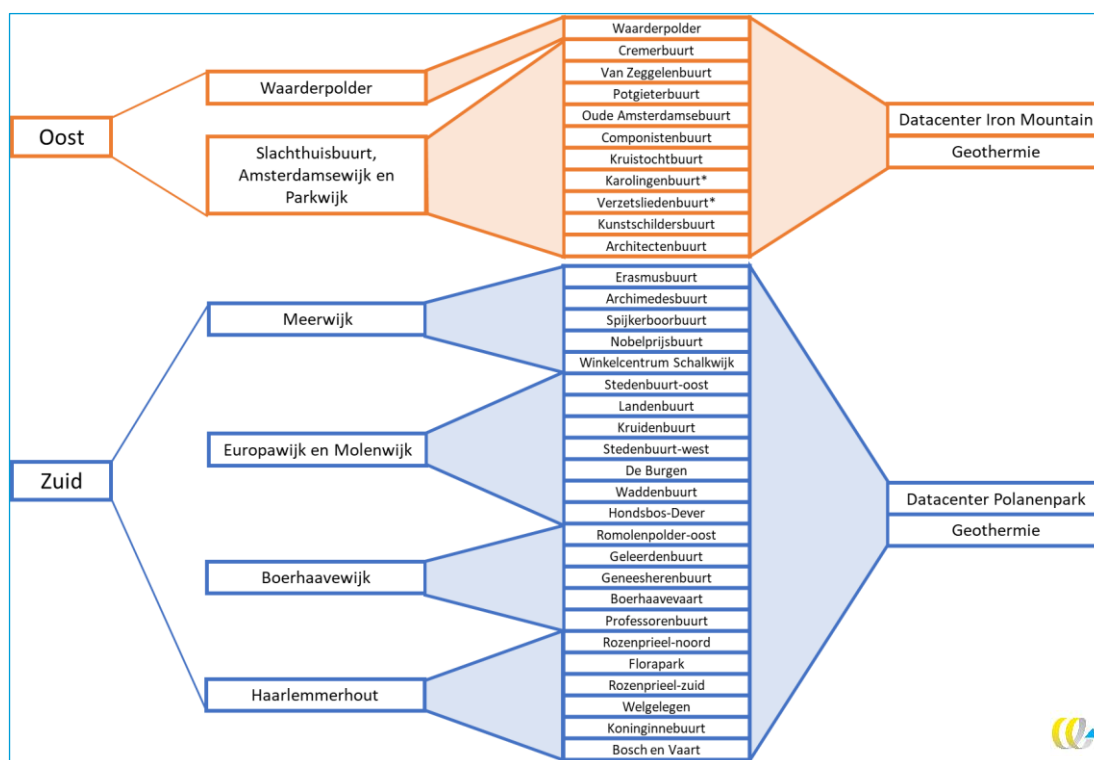
Hoewel we in Nederland al vele jaren gebruik maken van de ondergrond als opslag voor warmte bij wko-systemen, vindt dit nog niet plaats in combinatie met grootschalige warmtenetten op MT-niveau. In recente jaren begint deze optie echter steeds meer aandacht te krijgen en ook voor Haarlem zou dit aanvullende kansen kunnen bieden. Grootschalige thermische opslag is op verschillende manieren toe te passen en biedt zowel voordelen op economisch als systeemniveau. Het toepassen van opslag bij een bestaand warmtenet kan bijvoorbeeld deels of geheel de piekinstallatie (op aardgas) worden vervangen, of biedt het de mogelijkheid om meer woningen aan te sluiten op dezelfde warmtebron. En in het geval van bijvoorbeeld geothermie, kan een opslagsysteem ervoor zorgen dat er jaarlijks meer draaiuren worden gemaakt (de warmte die in de zomer niet afgezet kan worden, kan worden opgeslagen en in de winter worden verkocht), waardoor de kosten van warmte uit geothermie kunnen dalen. InvestNL heeft recent een studie naar de mogelijkheden van grootschalige thermische opslag laten uitvoeren (CE Delft, 2020).

4 Het afstemmen van vraag en aanbod

Binnen de gemeente Haarlem wordt gezocht naar mogelijkheden van collectieve warmtenetten voor een grote hoeveelheid gebouwen. De beschouwde bronnen in de voorgaande paragraaf zijn dan ook vooral geschikt voor netten met minimaal enkele duizenden woning-equivalenten (weq.). Het verkrijgen van dergelijke aantallen is mogelijk door de vraag te clusteren en deze te koppelen aan de verschillende warmtebronnen. In Figuur 3 wordt de clustering weergegeven. Deze clusters kunnen opgevat worden als gegroepeerde distributienetten, die door middel van transportleidingen met elkaar en de bronnen verbonden zijn. Op termijn is het ook mogelijk dat de clusters met elkaar verbonden worden, zodat één groot warmtesysteem in Haarlem Zuid-Oost ontstaat.

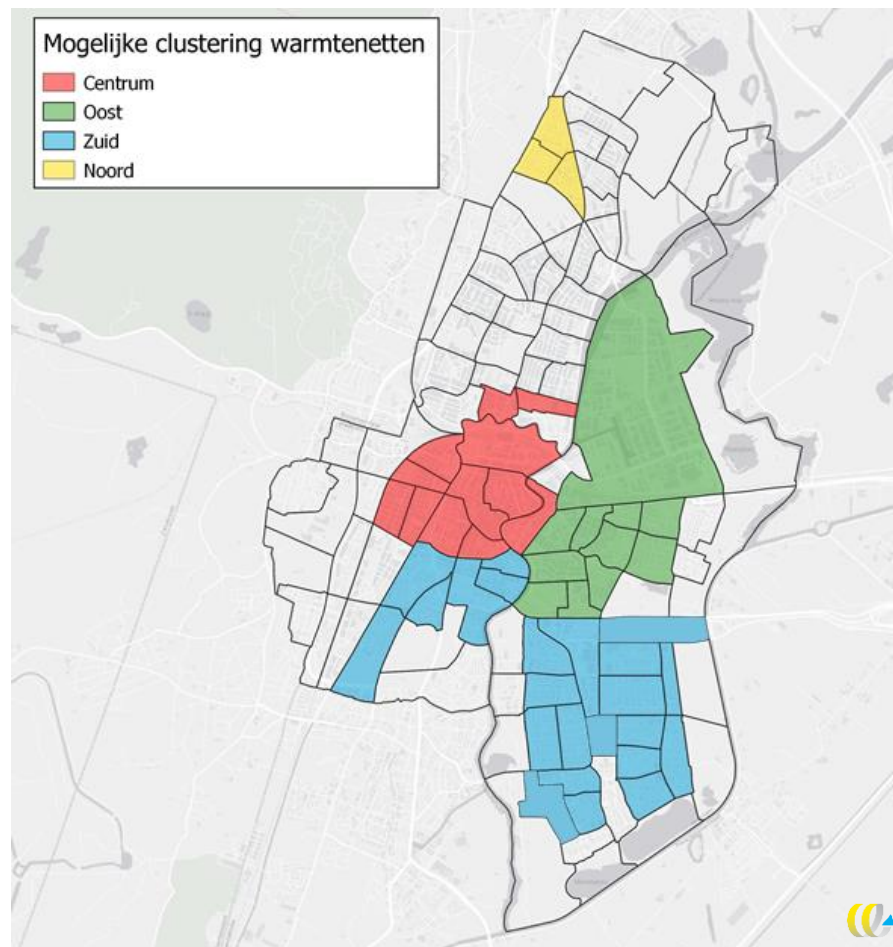
Aanvullend op de clusters Oost en Zuid, zijn ook de clusters Centrum en Delftwijk geïdentificeerd. Beide clusters zijn mogelijk een interessant gebied voor een collectief warmtenet. De ontwikkeling hiervan wordt echter later in de tijd geplaatst en biedt daarmee ook nog mogelijkheid om op een later tijdstip anders in te vullen, door aanvullende inzichten en innovaties.

Figuur 3 - Clustering vraag (links) en aanbod (rechts)



Opmerking: Karolingenbuurt en Verzetsliedenbuurt zouden ook aan kunnen takken bij cluster Zuid.

Figuur 4 - Ruimtelijke weergave clustering collectieve warmte



De clusters Oost en Zuid tellen respectievelijk op tot 10.000 en 20.000 aangesloten woningequivalenten in 2040.

De warmteclusters in de tijd

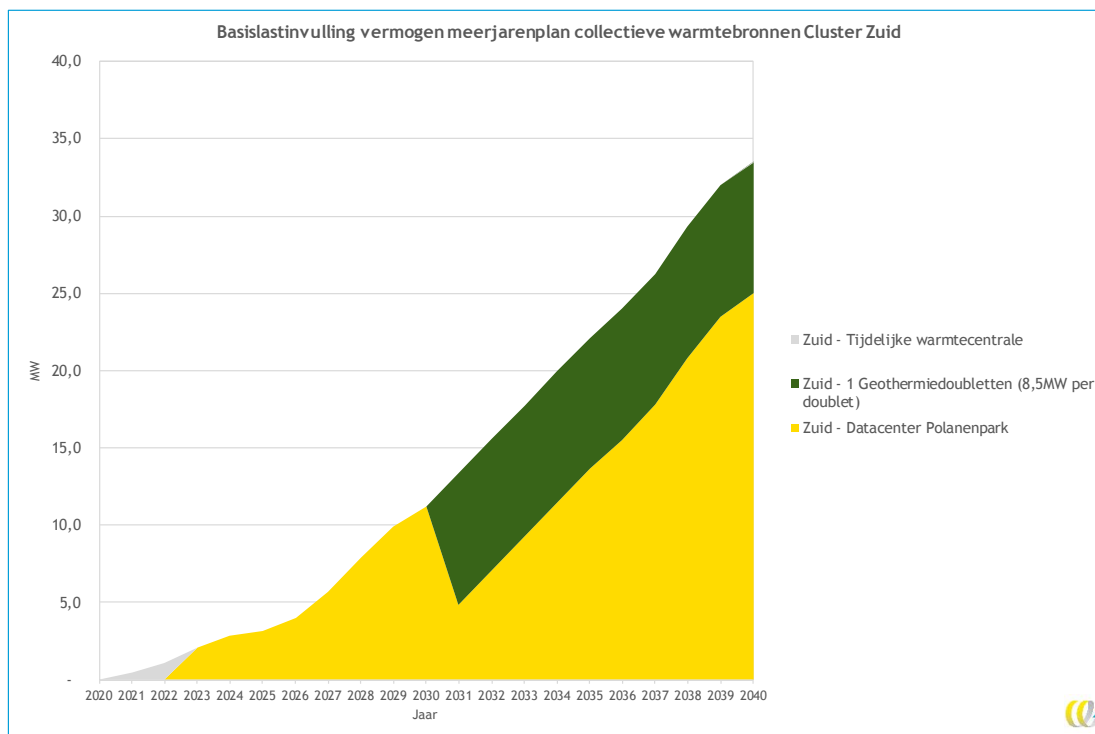
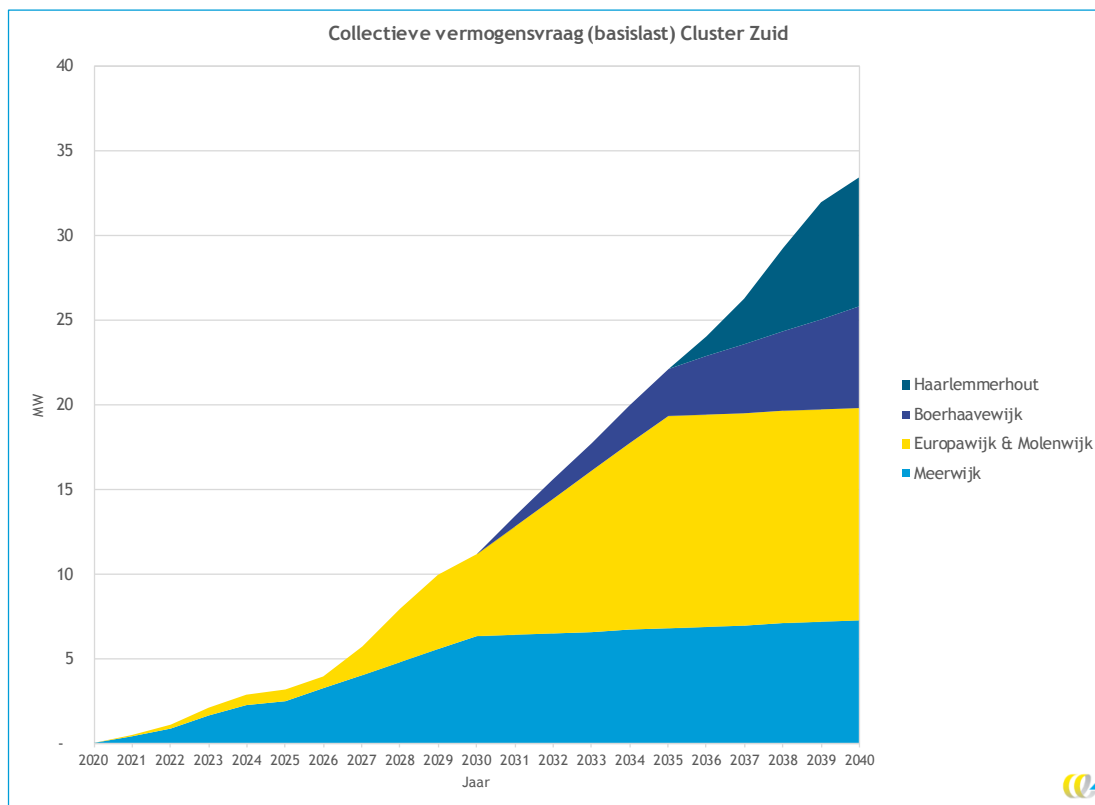
Een warmtenet of een warmtebron is niet van de ene op de andere dag gerealiseerd. En ook het koppelen van de twee neemt enige tijd in beslag. Over het algemeen wordt dan ook aangenomen dat het ontwikkelen van een warmtenet een bepaalde 'vollooptijd' heeft, van de eerste tot de laatste aansluiting. Deze vollooptijd kan meerdere jaren in beslag nemen, helemaal bij grotere netten. Ook het aansluiten van de warmtebronnen kent een vollooptijd, alleen gaat het daarbij meestal om het behalen van een 'drempelwaarde'. Zo zal het bijvoorbeeld niet haalbaar zijn om één woning te verwarmen met een geothermiebron die eigenlijk bedoeld is voor 5.000 woningen. In eerdere analyses is aangenomen dat een geothermieput (doublet) minimaal 5 MW_{th} moet kunnen leveren voor een haalbare business-case. Dit is voldoende warmtelevering voor circa 5.000 woningen. (Gemeente Haarlem, 2020)

Ook voor de clusters in Haarlem wordt aangenomen dat ieder cluster te maken heeft met een vollooptijd en drempelwaarden van de hoofdbronnen. In Tabel 1 in Hoofdstuk 2 wordt reeds aangegeven wat de vollooptijd van de verschillende buurten is. De volgende twee sets van grafieken tonen het verloop van de warmtevraag en de inzet van de hoofdbronnen en de tijdelijke warmtecentrales van de twee clusters. Voor het in de tijd plaatsen van de bronnen, zijn de volgende aannames gehanteerd:

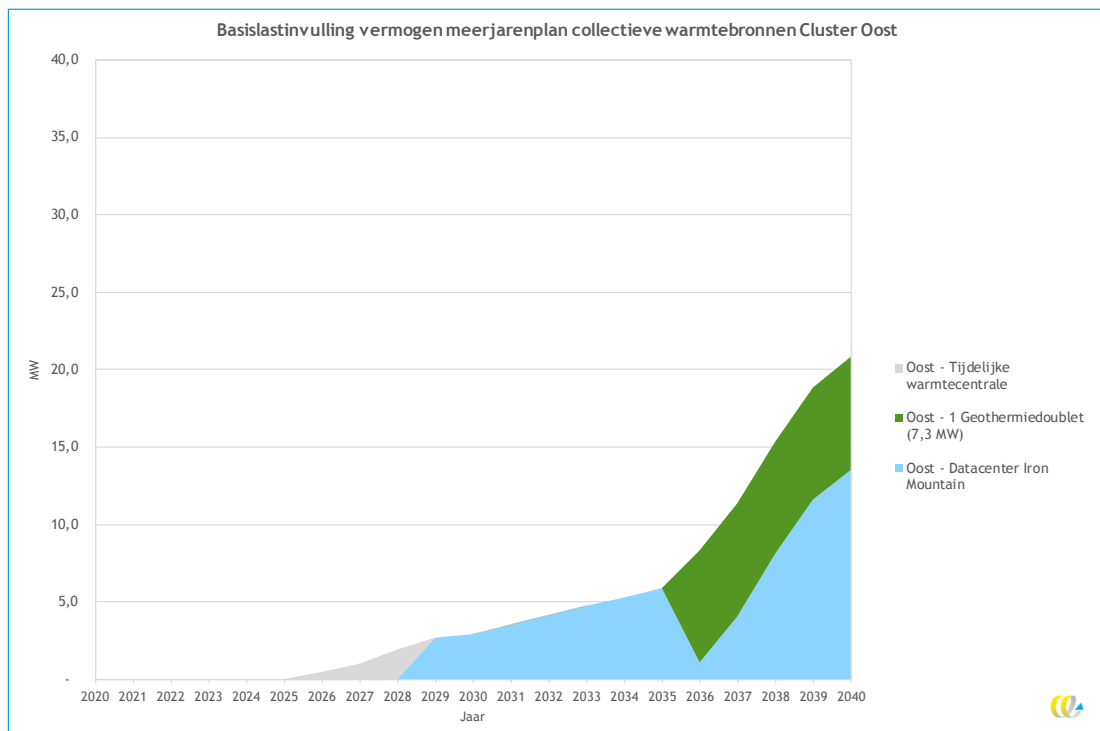
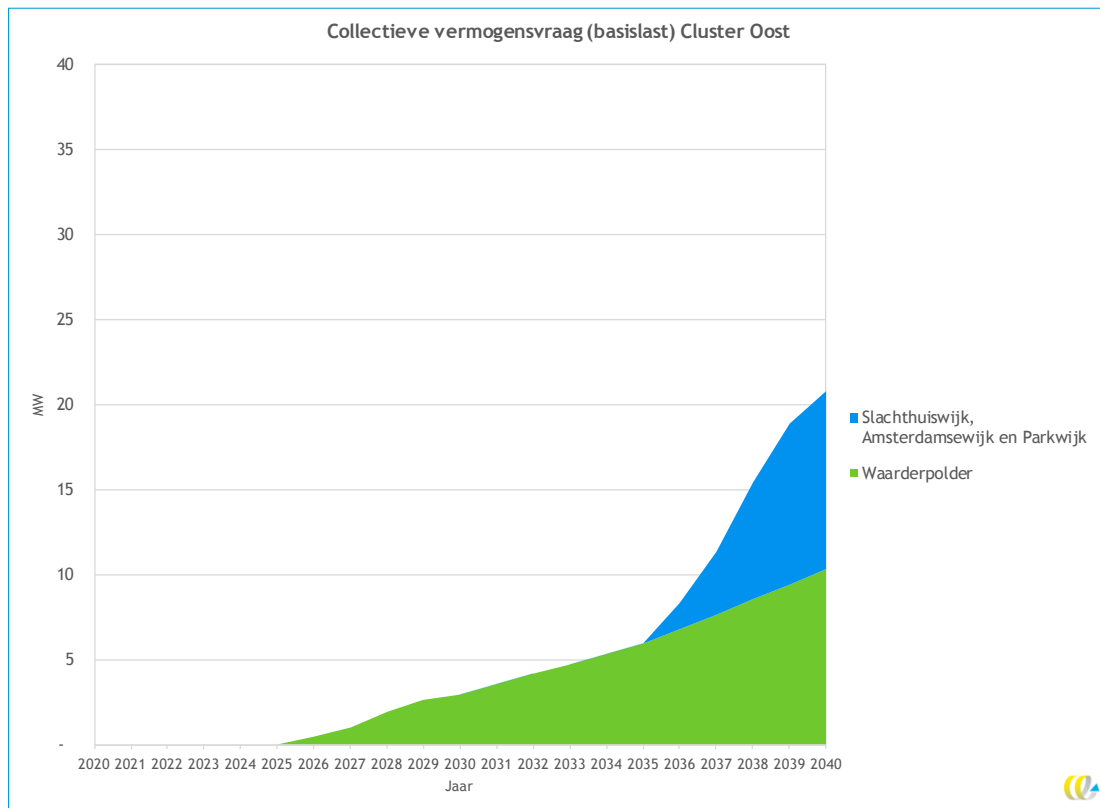
- Conform de huidige inzichten (beschikbaarheid, doorlooptijd, zekerheid) komt het ontwikkelen van de datacenters als warmtebronnen eerder in de tijd dan geothermie.
- Er is minimaal 2 MW-basislastvermogen nodig voordat de drempelwaarde van de restwarmtebron (datacenter) wordt bereikt. In het geval van de restwarmte van de datacenters wordt vervolgens aangenomen dat deze geleidelijk de vraag kan volgen (na de drempelwaarde).
- Voor de drempelwaarde wordt de warmte geleverd door een tijdelijke warmtecentrale (aardgas).
- Wanneer 50% van het beschikbare vermogen van het datacenter is benut, wordt aangenomen dat er binnen de afweging tussen de businesscase van het datacenter en de wens voor het spreiden van bronnen, ruimte is voor het invoegen van een eerste geothermiebron.
- In het geval van geothermie worden telkens stappen gemaakt, zonder geleidelijk mee te groeien.

De eerste grafiek van iedere set (voor Zuid en Oost) geeft het aangenomen verloop van de vermogensvraag voor de warmtevoorziening. De warmtebronnen moeten dus in staat zijn om dit verloop te matchen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit de vermogensvraag aan de hoofdbronnen is en dat de piekvraag hier niet in zit. Verder wordt uitgelegd hoe de totale vermogensvraag wordt ingevuld door de hoofdbron(nen) en piekketels.

Figuur 5 - Situatie Cluster Zuid



Figuur 6 - Situatie in Cluster Oost



Wat uit de voorgaande grafieken blijkt, dat voor beide clusters de basislastwarmte wordt ingevuld met zowel datacenterwarmte en geothermie. In het geval van Zuid moet geothermie in de loop van de jaren '20 ontwikkeld worden en bij Oost moet de ontwikkeling starten in begin jaren '30.

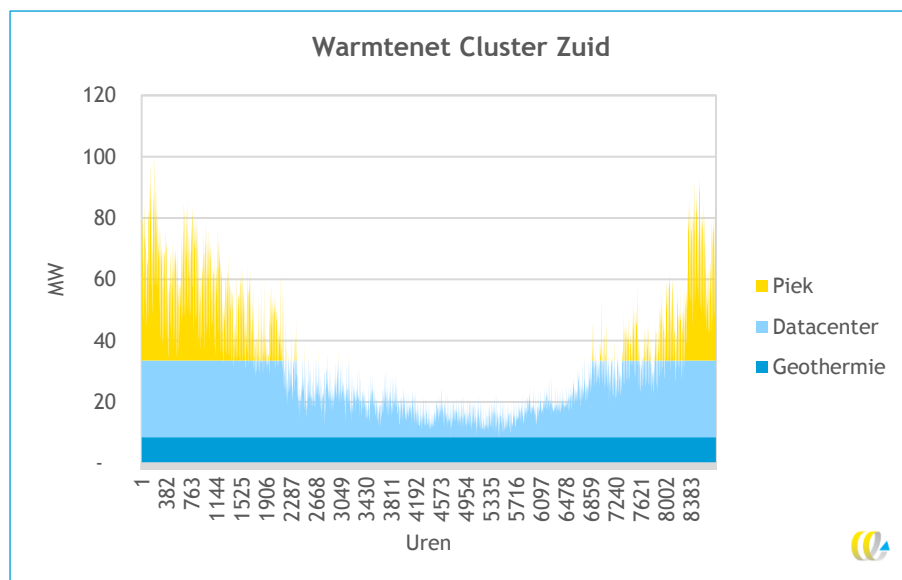
Voor het cluster Centrum wordt aangenomen dat er geen restwarmte beschikbaar is en dat dit cluster in het geheel wordt verwarmd door middel van geothermie. De timing van dit cluster zit echter helemaal tegen het eindjaar van de gemeentelijke ambitie aan (2040).

Combinatie van basislast en pieklast

Pieketels zijn divers, modulair, relatief eenvoudig uit te breiden en te verwijderen en kennen eigen mogelijkheden om op termijn te verduurzamen. Wel is de warmte uit piekinstallaties duur en (indien gebruik wordt gemaakt van aardgas, wat de huidige standaard is) niet duurzaam. Het aandeel in de totale levering wordt daarom doorgaan geminimaliseerd.

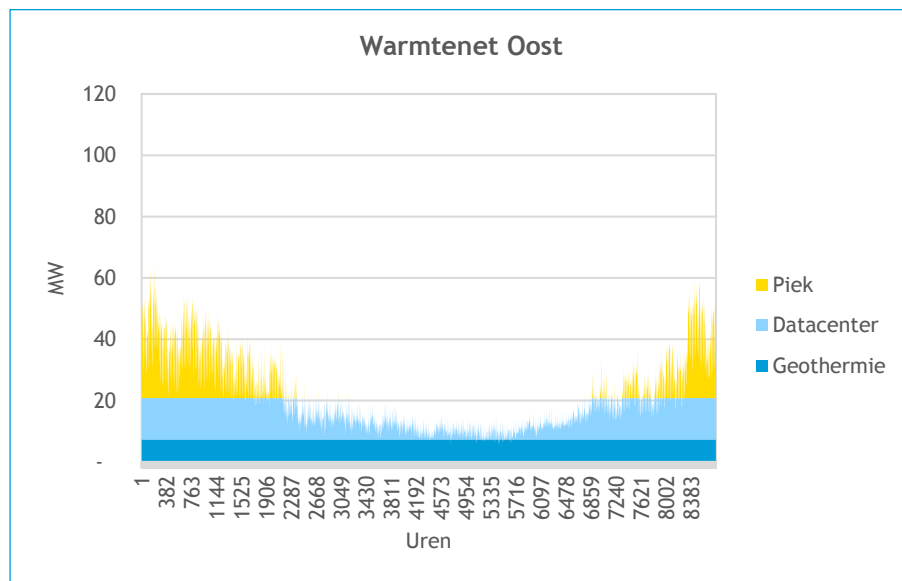
In de volgende twee grafieken wordt *indicatief* weergegeven hoe over het jaar heen (in 2040), de inzet van de hoofdbronnen en pieketels zich verhouden. Hierbij is aangenomen dat geothermie de basislast levert en de datacenters de middenlast. Hiermee heeft de geothermie het maximale aantal vollasturen en wordt daarmee dus maximaal gebruik gemaakt van deze lokale, duurzame bron. Het oppervlak van de hoofdbron (blauw) komt overeen met 80% van het totale oppervlak, terwijl de hoofdbron maar een derde van het totale vermogen heeft. Het oppervlak van de piek (geel) komt overeen met 20% van het totaal, tegen tweederde van het totale vermogen. Omdat zij slechts een beperkt aandeel in de totale warmtelevering hebben (10-20%) worden zij in deze analyse verder buiten beschouwing gelaten.

Figuur 7 - Warmtenet Cluster Zuid



In Figuur 8 komt de warmtelevering vanuit geothermie overeen met ongeveer 25% van de totale warmtevraag, de datacenters voor 55% en piek voor 20%.

Figuur 8 - Warmtenet Oost



In het geval cluster Oost komt 35% van de warmtevraag uit geothermie, 40% uit datacenters en 25% uit de piekinstallaties.

5 Strategisch meerjarenplan

Haarlem heeft diverse mogelijkheden om toekomstige warmtenetten van warmte te voorzien. Twee centrale pijlers van deze strategie zijn de restwarmte van datacenters en het ontwikkelen van geothermiebronnen. Deze twee pijlers bieden op korte en lange termijn de mogelijkheid om stabiele en duurzame warmtenetten te ontwikkelen in de gemeente en zo het gebruik van aardgas terug te dringen.

Naast de twee pijlers heeft Haarlem ook nog andere mogelijkheden. Eén daarvan is het Zonnewarmtenet, zoals dat nu in het Ramplaankwartier wordt ontwikkeld door de bewoners, in samenwerking met de gemeente. Daarnaast is er op langere termijn ook nog een set aan mogelijkheden die nu nog (te) experimenteel zijn voor grootschalige toepassing in Haarlem. Hierbij valt bijvoorbeeld te denken aan aquathermie (oppervlaktewater), grootschalige thermische opslag in combinatie met zonthermische velden of lagetemperatuur-aardwarmte (ondiepe geothermie).

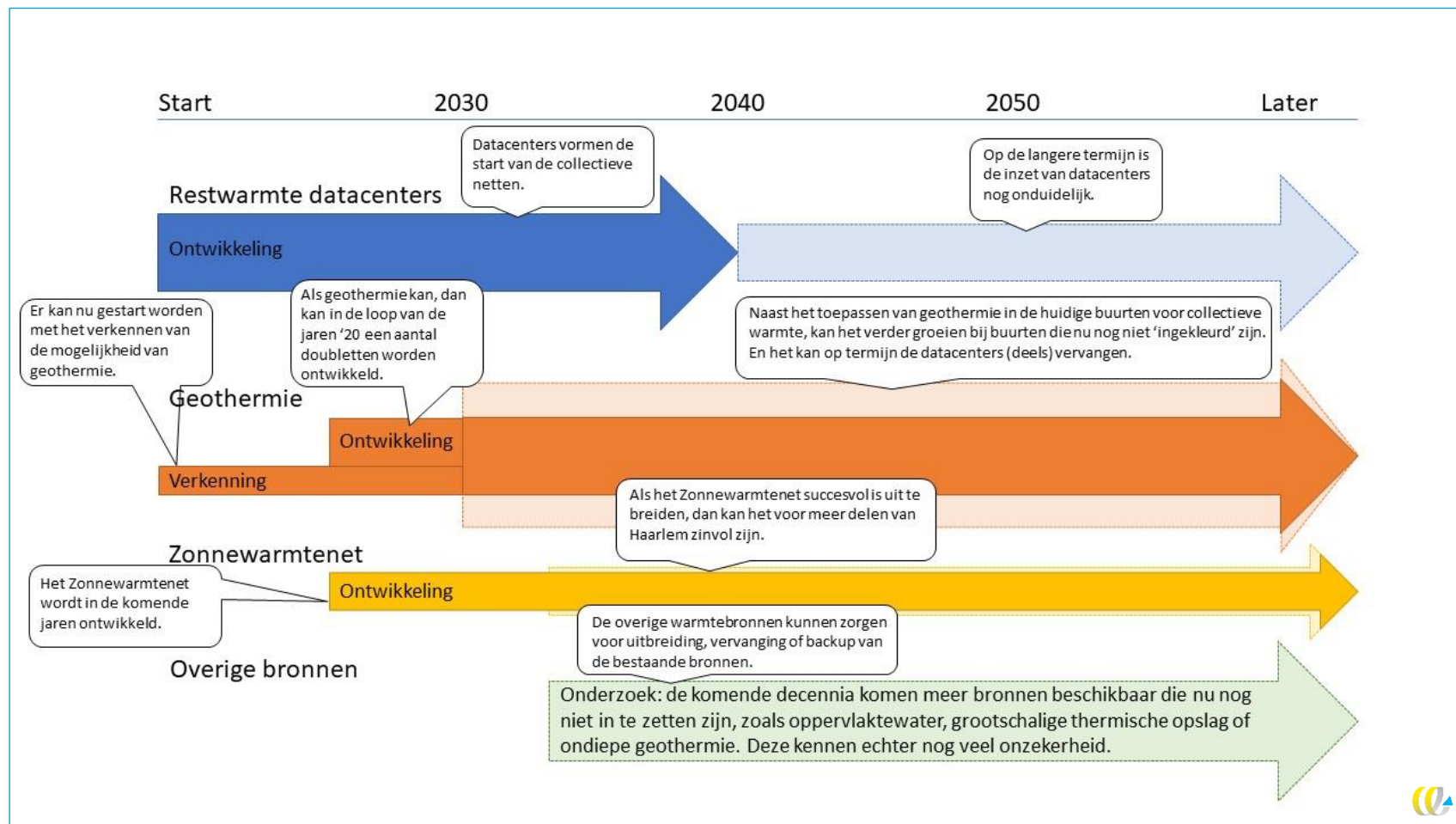
In de volgende figuur wordt de strategie voor de bronnen op hoofdlijnen weergegeven en in de tijd geplaatst.

- De **pijler Restwarmte Datacenter** wordt op dit moment heel concreet uitgewerkt voor een groot aantal buurten en de verwachting is dat tot 2040 deze bronnen een grote bijdrage kunnen leveren het aardgasvrij krijgen van Haarlem.
- De **pijler Geothermie** bevindt zich op dit moment in de ‘explorerende’ fase. Er wordt aangenomen dat dit mogelijk is Haarlem, maar 100% zeker is dat nog niet. Indien het vooronderzoek en de proefboring succesvol zijn, dan kan in de loop van de jaren '20 begonnen worden met het ontwikkelen van geothermiedoubletten. Deze bronnen worden logischerwijs ontwikkeld daar waar reeds een warmtenet beschikbaar is voor de afzet van de warmte. Dit zijn de gebieden waar op dit moment wordt begonnen met het ontwikkelen van warmtenetten op basis van de pijler Restwarmte Datacenters. Geothermie vormt hiermee de gewenste spreiding van bronnen (minder risico, omdat

niet op één bron wordt geleund) voor een groot aantal woningen en andere gebouwen in de stad.

Op de langere termijn (richting 2050 en verder) is het ook mogelijk dat het aantal geothermieputten in de stad kan groeien, zodat de pijler Restwarmte Datacenters deels of geheel kan worden vervangen.

- Het alternatief **Zonnewarmtenet** wordt op dit moment conceptueel uitgewerkt en wordt de komende jaren ontwikkeld in Ramplaankwartier. Het Zonnewarmtenet is een 4de of 5de generatie warmtenet, waar op dit moment veel onderzoek naar uit gaat in Nederland en daarbuiten. Indien het concept succesvol is en (relatief) eenvoudig te reproduceren op andere plekken, dan is er ook de mogelijkheid dat dit voor meer delen van de stad interessant is. Hiervoor is echter nog geen zekerheid.
- De **Overige bronnen** betreffen bronnen die nu nog niet in scope zijn, omdat deze bijvoorbeeld nog té experimenteel zijn, onvoldoende volwassen of dat de haalbaarheid nog nooit onderzocht is. Met name aquathermie krijgt de laatste jaren heel veel aandacht in Nederland, qua onderzoek en ontwikkeling. En ook Haarlem ligt uitermate geschikt om deze techniek toe te passen, mits het haalbaar blijkt. De verwachtingen rondom deze bron zijn hoog in Nederland en als het succesvol gemaakt kan worden op grote schaal, dan biedt het voor Haarlem ene hele goede mogelijkheid om de andere bronnen aan te vullen, te vervangen of als achtervang te dienen. Haarlem speelt geen centrale rol in het ontwikkelen van de kennis over deze bronnen, maar kan op termijn (richting 2030-2040) wel een gemeente zijn waar zij worden toegepast.



Aan de hand van voorgaande analyses ontvouwt zich een strategie voor de inzet van warmtebronnen bij het ontwikkelen van warmtenetten in Haarlem. Hierbij onderscheiden we de volgende fasen:

– **Fase 1: Ontwikkeling van datacenters**

De eerste fase voor de ontwikkeling van warmtenetten in Zuid en Oost lijkt het meest logisch ingevuld te kunnen worden met het aansluiten van de datacenters Polanenpark en Iron Mountain. Deze datacenters zijn op korte termijn beschikbaar, bieden daarmee zekerheid en kunnen zeker in de eerste jaren een sterke groei van de warmtenetten faciliteren.

Met name naar de toekomst toe, worden de risico's en uitdagingen rondom de inzet van datacenters (richting 2030-2040) onbekender. Enerzijds begint de warmtevraag groter te worden dan de capaciteit van de datacenters en anderzijds lopen dan naar verwachting de eerste leveringscontracten af.

– **Fase 2: Ontwikkeling van geothermie**

Wanneer de uitdagingen en risico's van de datacenters toenemen, reduceren deze bij geothermie. Op dit moment zijn de onzekerheden en risico's rondom geothermie nog omvangrijk, maar wanneer de eerste proefboring is uitgevoerd en de mogelijkheden concreet worden, zal ook de ontwikkeling van het aantal bronnen in Haarlem toe kunnen nemen. Dit heeft twee voordelen: ten eerste wordt het beschikbaarheidsrisico verspreid over meer dan alleen datacenters en ten tweede worden de kosten, naar verwachting, steeds lager doordat er steeds meer kennis en ervaring is met de Haarlemse ondergrond. Dit laatste kan er ook voor zorgen dat de productiekosten van geothermie onder die van de datacenters uitkomen en dat op termijn geothermie de voorkeurs-techniek is voor de basislast en dat de datacenters bijvoorbeeld de middenlast gaan leveren. Dit zou zich af kunnen gaan spelen vanaf ongeveer 2030.

Om de ontwikkeling van geothermie mogelijk te maken, moet nu al worden begonnen met de exploratieve fase van geothermie. De afgelopen periode is al veel ingezet op de toepassing van geothermie in Haarlem, en zijn meerdere gesprekken geweest met onder andere het ministerie van EZK over een proefboring. Hoewel de datacenters voldoende warmte hebben om tot na 2030 de gemeente te voorzien in de groeiende warmtevraag van de warmtenetten op Zuid en Oost, is er een sterke wens om zo snel mogelijk meerdere hoofdbronnen aan te sluiten op de warmtenetten. Daarmee lijkt het zinvol om de proefboring in Zuid uit te voeren, zodat deze in de loop van de jaren '20 aangesloten kan worden op het MT-warmtenet dat op dat moment in volle ontwikkeling is. Een alternatieve locatie voor de proefboring, bijvoorbeeld in Noord, waar op dit moment geen restwarmte of andere warmtebron beschikbaar lijkt, is ook één van de opties. Het voordeel hiervan is dat deze bron wel 'exclusief' ingezet kan worden, zonder directe concurrentie van andere bronnen en dat ook deze proefboring veel inzicht geeft in de ontwikkeling van geothermie in Zuid en Oost op een later tijdstip. Op dit moment zijn er echter geen concrete plannen voor het ontwikkelen van het benodigde warmtenet in Noord.

– **Achtervang: Ontwikkeling van alternatieven**

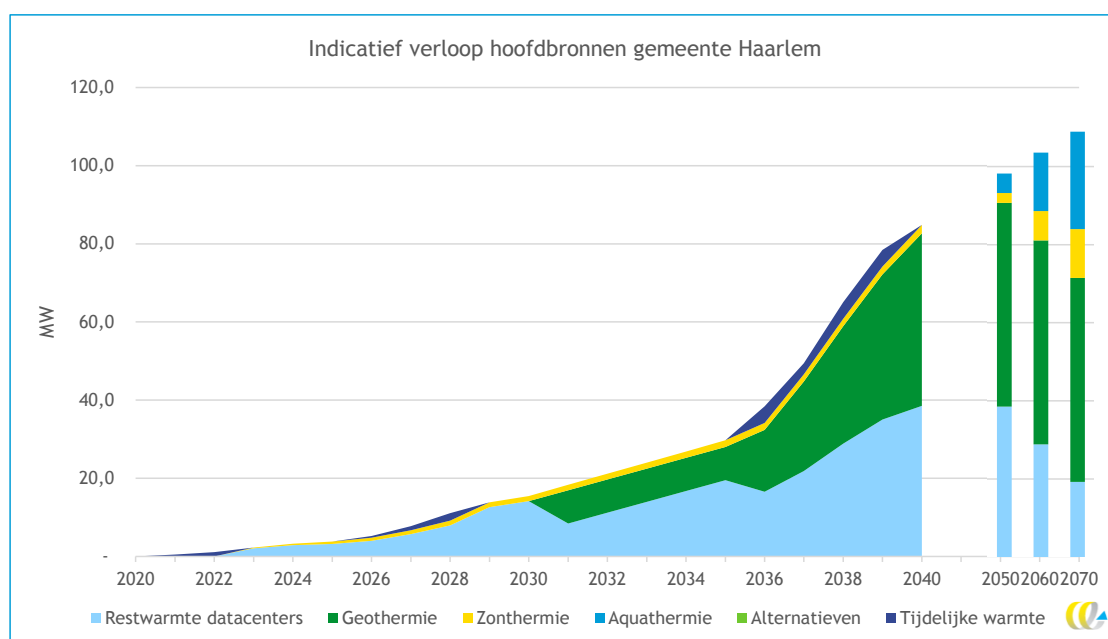
Zoals eerder gezegd zitten aan beide pijlers van de bronnenstrategie risico's. In het geval dat beiden niet succesvol te ontwikkelen blijken (of op termijn uitvallen), is een achtervang nodig. Een belangrijke, lokale achtervang is TEO. Haarlem heeft veel oppervlaktewater binnen de gemeentegrens en deze zou ingezet kunnen worden als LT-warmtebron voor de warmtenetten. Op dit moment is de ontwikkeling hiervan nog onvoldoende om deze mee te nemen als kansrijk en ook de kosten voor de warmteproductie zijn hoog. Op termijn kan het echter wel een (aanvullende) uitkomst bieden. Een alternatief voor aquathermie kan tevens zonthermie zijn. Of het in Haarlem ontwikkelde concept van Zonnewarmtenet. Deze innovatieve toepassing van PVT, LT-warmtenet en wko-systemen is op dit moment vol op in ontwikkeling. Indien het

succesvol toegepast kan worden in het Ramplaankwartier biedt het ook kansen voor andere delen van Haarlem.

Aquathermie en zonthermie vormen daarmee op termijn twee alternatieven die als achtervang kunnen dienen, wanneer één of twee van de pijlers niet uitvoerbaar blijken.

Om indicatief weer te geven hoe de collectieve warmtevoorziening er in de komende decennia uit gaat zien voor de gehele gemeente, is in de volgende grafiek een optelling gemaakt van de bekende clusters tot 2040 (inclusief Centrum en Noord) en is indicatief aangegeven voor de lange termijn (2050, 2060 en 2070) hoe de hele productiemix zich zou kunnen gaan ontwikkelen. Hierbij is aangenomen dat geothermie de dominante warmtebron blijft en dat restwarmte uit datacenters af zal gaan nemen. Deze afname wordt opgevangen door nieuwe bronnen, zoals aquathermie en zonthermie.

Figuur 9 - Indicatief verloop hoofdbronnen hele gemeente



Haarlem zet dus in op twee sporen voor de bronnenstrategie: restwarmte en geothermie. Beide opties zijn grootschalige bronnen en zijn alleen mogelijk wanneer er ook veel vraag beschikbaar is (lees: een warmtenet met veel aansluitingen). Hierbij is restwarmte op korte termijn beschikbaar en kan dit dienen als *startmotor* van de warmtenetten in Haarlem. In de aanlooptijd (1-2 jaar) wordt het opstartende warmtenet gevoed door een tijdelijke warmtevoorziening, maar daarna kan de restwarmte leveren en meegroeien met de groeiende vraag uit het groeiende warmtenet.

Geothermie zit nog in de onderzoeksfase. Niet eerder dan in de loop van 2023 wordt bekend of er in de Haarlem voldoende winbare warmte in de bodem zit, en is een geothermiebron in het meest gunstige geval in 2024 beschikbaar (als gevolg van al het vooronderzoek, vergunningen en proefboringen). De huidige praktijk in Nederland laat echter zien dat hier meestal nog wel vertraging in komt. Daarnaast wordt een geothermiebron bij sterke voorkeur 100% van het vermogen ingezet, wat betekent dat de beschikbare warmtenetten dus ook al een minimale omvang moeten hebben, voor het goed functioneren. Deze omvang zit in de ordegrootte van 4.000-5.000 woningen. Het warmtenet dat aan het groeien is op

restwarmte van het datacenter moet daarmee dus minimaal deze omvang hebben, wil een geothermiebron zinvol aangesloten kunnen worden.

In het samenspel van het ontwikkelen van de restwarmte- en geothermiebron, worden afwegingen gemaakt over de technische en economische haalbaarheid. In dat kader is aangenomen dat het niet wenselijk is om op het moment dat de minimum omvang voor geothermie bereikt is, en de bron 100% ingezet kan worden, dit ook te doen. Dat zou namelijk betekenen dat de restwarmtebron per direct volledig stil komt te liggen en voor een periode van 1-2 jaar niet produceert. De technische en economische consequenties hiervan lijken niet verstandig en haalbaar. Daarom wordt ervoor gekozen om het warmtenet eerst nog door te laten groeien, voordat vervolgens geothermie het grootste deel van de productie van warmte overneemt. Dit betekent de geothermieput eind jaren '20 operationeel kan zijn.

Hiermee wordt enerzijds ruimte in de tijd gecreëerd voor het hele ontwikkelproces van de geothermiebron en het warmtenet (en leveren eventuele vertragingen niet per direct grote problemen op). En anderzijds kan op deze wijze een tweetal bronnen op een gelijkwaardige manier Haarlem voorzien van warmte: restwarmte én geothermie.

Referenties

CE Delft, 2020. *Kansen voor thermische opslagsystemen*, Delft: CE Delft.

Gemeente Haarlem, 2019. *Duurzame Warmtebronnen Haarlem*, Haarlem: Gemeente Haarlem.

Gemeente Haarlem, 2020. *Bronnenstrategie Schalkwijk*, sl: sn

Jansen, S. et al., 2020. *Wijkenergieconcept deZONNET: Decentraal feed-in zonnewarmtenet*, s.i.: TKI Urban Energy.

Platform Geothermie, 2021. *Factsheets*. [Online]
Available at: <https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/factsheets>
[Geopend januari 2021].

Royal HaskoningDHV, 2020. *Polanen Park - AWZI: tracé studie en 1e BuCa*, sl: sn

Royal HaskoningDHV, 2020. *Warmteconcessie Waarderpolder: Tussenresultaten haalbaarheid warmtenet Waarderpolder*, sl: sn

TNO & EBN, 2018. *Play-based portfolio benadering eerste inzicht in zes voordelen voor veilig en verantwoord, kosteneffectief versnellen van geothermie*, Utrecht: TNO & EBN.

Begrippenlijst

Definitie	Betekenis
Aquathermie	Aquathermie gaat over het gebruik van warmte uit water. Dat kan oppervlaktewater zijn, zoals kanalen, rivieren en meren, of afvalwater uit het riool.
Collectieve warmtetechniek	Bij een collectieve warmtetechniek zorgt een collectieve installatie voor de warmte-opwekking van meerdere woningen of gebouwen samen. Een voorbeeld van een collectieve warmtetechniek is een warmtenet.
Energiedrager	Een energiedrager is een grondstof die fungeert als bron voor energie, bijv. aardolie, aardgas, steenkool, elektriciteit, stoom en vormen van duurzame energie.
Gebouwde omgeving	De gebouwde omgeving zijn alle gebouwen exclusief glastuinbouw en industrie.
Geothermie	Geothermie, ook vaak aardwarmte genoemd, maakt gebruik van warmte uit de grond. Hiervoor wordt een diep gat geboord van gemiddeld 2 tot 4 km diepte. Warm water wordt hieruit omhoog gepompt om bijvoorbeeld water in een warmtenet te verwarmen.
Hernieuwbaar gas	Hernieuwbaar gas is een overkoepelende term voor gas dat is opgewekt uit hernieuwbare bronnen. Naast groengas valt een gas als waterstof hier ook onder.
HT-warmtenet	HT-warmtenet staat voor hogetemperatuurwarmtenet. Een HT-warmtenet kan woningen en utiliteitsgebouwen voorzien van warmte voor ruimteverwarming en warmtapwater. Het water heeft een minimale temperatuur van 75°C.
Individuele warmtetechniek	Bij een individuele warmtetechniek heeft elke woning zijn eigen installatie om warmte mee op te wekken. Dit kan bijvoorbeeld een hr-ketel zijn, een elektrische warmtepomp of een hybride warmtepomp.
LT-warmtenet	LT-warmtenet staat voor lagetemperatuurwarmtenet. Een LT-warmtenet kan woningen en utiliteitsgebouwen voorzien van warmte voor LT-ruimteverwarming. De temperatuur van warmte in een LT-net is lager dan 55°C.
MT-warmtenet	MT-warmtenet staat voor middentemperatuurwarmtenet. Een MT-warmtenet kan woningen en utiliteitsgebouwen voorzien van warmte voor ruimteverwarming en warmtapwater. Het water heeft een aanvoertemperatuur van circa 55-75°C.
PVT	Opwekken van warmte en elektriciteit vanuit zonne-energie. PVT staat voor Photo-Voltaisch-Thermisch. Vrij vertaald staat dit voor zonlicht-elektriciteit-warmte.
Regionale Energiestrategie (RES)	Een regionaal plan voor de verduurzaming van de gebouwde omgeving en de opwek van hernieuwbare energie. In het Regeerakkoord is aangegeven dat elke regio zo een plan opstelt, in samenspraak met provincie, waterschappen en netbeheerders.
Regionale Structuur Warmte (RSW)	De Regionale Structuur Warmte (RSW) geeft informatie over de invulling van de warmte-structuur over de gemeentegrenzen heen. Het is een regionaal plan voor de inzet van potentiële warmtebronnen.
Restwarmte	Restwarmte is warmte die overblijft bij (industriële) processen. Wanneer deze warmte niet inzetbaar is in het proces zelf, wordt gesproken van restwarmte.
Transitievisie Warmte (TVW)	In de transitievisie warmte legt de gemeenteraad het tijdspad vast waarop buurten van het aardgas gaan. Voor de buurten waarvan de transitie vóór 2030 gepland is, zijn ook de potentiële alternatieve energie infrastructuur bekend. Uiterlijk 2021 heeft elke gemeente een transitievisie warmte voor de gehele gemeente.
Thermische opslag	Het opslaan van thermische energie (warmte) is relatief eenvoudig en kan klein- en grootschalig plaatsvinden. Kleinschalig gaat het om boilers in woningen van bijvoorbeeld 100 liter. Grootschalig gaat het om aquifers (waterlagen) in de ondergrond, bovengrondse tanks of ingegraven opslagvaten. De inzet van thermische opslag maakt het mogelijk om vraag en aanbod van warmte beter te combineren. Opslag is mogelijk voor enkele uren, tot hele seizoenen, naargelang de inzet.

Definitie	Betekenis
Utiliteit	Onder utiliteit verstaan we gebouwen die niet bedoeld zijn om in te wonen, maar ook niet worden gebruikt voor industrie of glastuinbouw. Voorbeelden zijn kantoren, winkels, ziekenhuizen of sporthallen.
Warmte	Onder warmte wordt warmte in de vorm van warm water verstaan dat wordt vervoerd door een warmtenet. Bronnen die de warmte produceren zijn bijvoorbeeld industrie, datacenters en geothermie.
Warmtetransitie	De overgang van de huidige aardgas-gebaseerde warmtevoorziening voor woningen en andere gebouwen, naar een warmtevoorziening die CO ₂ -vrij en grotendeels of geheel duurzaam is.
Warmtebron	Een warmtebron is een locatie waar warmte benut kan worden als bron voor een warmtenet.
Warmtenet	Een warmtenet is een netwerk van leidingen onder de grond, waardoor warm water stroomt. Dat warme water, afkomstig van een warmtebron in de buurt, kan worden gebruikt om huizen of andere gebouwen te verwarmen.
Weq.	Weq. staat voor woningequivalent, en is een methode om de warmtevraag van kantoren en ander vastgoed (utiliteit) op te kunnen tellen bij die van woningen. Een weq. is gelijk aan 1 woning, of 130 m ² utiliteit.
Wko	Wko staat voor warmtekoudeopslag. In een warmtekoudeopslaginstallatie wordt bodem-energie gebruikt voor het verwarmen en koelen van gebouwen. Het is ook mogelijk om een wko aan te leggen voor een groep van woningen of gebouwen. In dat geval is er sprake van een wko-net, een specifieke vorm van een LT-warmtenet.
Zonthermie	Zonthermie gaat over het gebruik van de zoninstraling voor de productie van nuttige warmte. Dit kan met individuele zonneboilers, maar ook met grote zonneweides met zonnecollectoren. Zonthermie gaat in bijna alle gevallen samen met de opslag van warmte.